



Alotrop

Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia

p-ISSN 2252-8075 e-ISSN 2615-2819

BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK AIR DAUN KECEMCEM (*Spondias pinnata* (L.f) Kurz.) DENGAN VARIASI KONSENTRASI EKSTRAK DAN SUHU SINTESIS

Ngurah Wijaya Putra¹, I Wayan Budiarsa Suyasa², I Wayan Suarna², Anak Agung
Sagung Alit Sukmaningsih³, Gusti Ayu Dewi Lestari⁴

¹Doctoral Program of Environmental Science Student, Udayana University, Denpasar, Bali, Indonesia

²Environmental Science Postgraduated Program, Udayana University, Denpasar, Bali, Indonesia

³Biology Study Program of Mathematics and Natural Sciences Faculty, Udayana University, Jimbaran,
Bali, Indonesia

⁴Program studi Farmasi, Sekolah Tinggi Farmasi Mahaganesha, Bali

*email: ngr.wijayaputra@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to synthesize silver nanoparticles using various variations in kecemcem extract concentration and synthesis temperature to produce the smallest and most stable silver nanoparticle. Step of this research are phytochemical screening of kecemcem leaf water extract, synthesis of silver nanoparticles with an extract concentration of 0.5; 0.75 and 1% and synthesis temperature 25; 40 and 60°C, and characterization of silver nanoparticles. From the results, data was obtained that the concentration of kecemcem leaf water extract of 0.5% and synthesis temperature of 60°C produced the smallest silver particles, namely 30.55 nm with PdI 0.497, the UV-Vis spectrum showed a maximum wavelength of silver nanoparticles of 420 nm. SEM and TEM results showed that NPAg powder tended to clump and were irregularly round and XRD results showed that the NPAg crystal size was 0.23 nm.

Keywords: biosynthesis; kecemcem leaves; characterization; silver nanoparticles

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel perak dengan menggunakan berbagai variasi konsentrasi ekstrak air daun kecemcem dan suhu sintesis sehingga menghasilkan ukuran nanopartikel perak terkecil dan stabil. Tahap penelitian ini meliputi skrining fitokimia ekstrak air daun kecemcem, sintesis nanopartikel perak dengan konsentrasi ekstrak 0,5; 0,75 dan 1% serta suhu sintesis 25; 40 dan 60°C, dan karakterisasi nanopartikel perak. Dari hasil yang diperoleh, didapatkan data bahwa konsentrasi ekstrak air daun kecemcem 0,5% dan suhu sintesis 60°C menghasilkan ukuran partikel perak terkecil yaitu 30,55 nm dengan PdI 0,497, spektrum UV-Vis menunjukkan panjang gelombang maksimum nanopartikel perak 420 nm. Hasil SEM dan TEM menunjukkan serbuk NPAg cenderung menggumpal dan berbentuk bulat tidak beraturan dan hasil XRD menunjukkan ukuran kristal NPAg adalah 0,23 nm.

Kata kunci: biosintesis; daun kecemcem; karakterisasi; nanopartikel perak

PENDAHULUAN

Nanopartikel logam mulia seperti emas, perak, platinum dan paladium secara mencolok digunakan dalam aplikasi obat dan katalitik. Di antara nanopartikel logam mulia, nanopartikel perak (NPAg) dianggap sangat penting dalam bidang kedokteran, farmakologi, nanosensor, pengemasan makanan, pertanian, kosmetik, tekstil, dan katalisis karena keunikan dan sifat fisikokimianya [1,2]. Umumnya pembuatan nanopartikel perak menggunakan metode fisika dan kimia yang meliputi: ablasi laser [3] iradiasi laser [4], sintesis gelombang mikro [5], dekomposisi termal [6], iradiasi ultraviolet dan reduksi kimia. Namun, metode-metode ini memiliki banyak kelemahan, seperti penggunaan bahan beracun dan pelarut organik yang mudah menguap, penggunaan suhu dan tekanan tinggi, pelepasan produk samping yang berbahaya dan limbah beracun yang menimbulkan bahaya lingkungan [7].

Keterbatasan dan kelemahan metode ini memotivasi pengembangan metode alternatif berdasarkan prinsip *green chemistry*. Sintesis nanopartikel perak dapat menggunakan metode biologis dengan memanfaatkan ekstrak tumbuhan, jamur, dan bakteri. Senyawa fitokimia yang terdapat di ekstrak tumbuhan seperti terpenoid, flavonoid, keton, aldehida, amida, dan asam karboksilat bertanggung jawab mereduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 dan untuk *capping/stabilization* nanopartikel perak [8]. Nanopartikel perak menunjukkan luas permukaan yang tinggi dengan reaktivitas lebih terhadap senyawa kimia dan dianggap sebagai agen antimikroba yang efisien dan sebagai alat yang sangat baik untuk pengolahan air limbah dalam periode waktu yang singkat [9].

Ukuran nanopartikel perak memegang peran penting dan dapat dikendalikan dengan mengatur reaksi sintesis seperti suhu sintesis dan konsentrasi bioreduktor untuk menghasilkan NPAg. Proses sintesis nanopartikel menggunakan variasi temperatur dapat menghasilkan ukuran nanopartikel yang berbeda-beda pada rentang 1-100 nm. [10] melaporkan bahwa semakin tinggi suhu reaksi maka ukuran partikel perak yang dihasilkan semakin kecil. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan reaksi pembentukan nanopartikel perak dengan menggunakan variasi konsentrasi bioreduktor dan suhu sintesis NPAg untuk mendapatkan ukuran nanopartikel terkecil.

Indonesia merupakan negara yang kaya akan berbagai macam tumbuhan salah satunya tanaman kecemcem. Daun kecemcem (*Spondias pinnata* (L.f) Kurz.) merupakan salah satu tanaman perennial yang banyak tumbuh di daerah Asia. Daun kecemcem dikenal luas di daerah Penglipuran, Bangli. Ekstrak air daun kecemcem biasa dikenal dengan istilah "loloh". Efek farmakologi daun kecemcem telah ditemukan sebagai penyedap makanan, antioksidan dan antituberkulosis [11]. Masyarakat di Desa Penglipuran meyakini dengan mengonsumsi minuman tradisional tersebut dapat membantu menjaga kesehatan tubuh. Berdasarkan penelitian, daun kecemcem mengandung asam amino, vitamin C, mineral, protein, saponin, tanin dan flavonoid [12,13]. Senyawa-senyawa tersebut di atas mampu membentuk nanopartikel dari suatu logam [14]. Hal ini dikarenakan senyawa metabolit sekunder dari daun kecemcem memiliki gugus -OH yang akan menyumbangkan elektronnya pada ion logam dari larutan AgNO_3 sehingga

akan terbentuk atom logam (nanopartikel perak). Karakterisasi nanopartikel perak dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui panjang gelombang maksimum NPAg, Spektrofotometer *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi yang berperan dalam proses pembentukan NPAg, *Transmission Electron Microscope* (TEM) untuk mengetahui morfologi NPAg, *Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-Ray Spektroskopi* (SEM) untuk mengetahui morfologi dari NPAg, *Particle Size Analyzers* (PSA) untuk mengetahui ukuran dari NPAg serta *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk menganalisis struktur kristalin senyawa.

METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September 2023 – Februari 2024. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sains Terpadu Sekolah Tinggi Farmasi Mahaganesha. Uji SEM dilaksanakan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Udayana, uji PSA dilakukan di PT. DKSH Jakarta, uji FTIR dilakukan di Laboratorium Penelitian Terpadu FMIPA Universitas Udayana, uji TEM dan XRD dilaksanakan di Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi ITB Bandung

2. Preparasi Ekstrak Air Daun Kecemcem

Daun kecemcem (*Spondias pinnata* (L.f) Kurz.) dicuci dengan air mengalir hingga bersih, dipotong kecil-kecil lalu dikeringkan terlindung dari cahaya matahari selama 7 hari karena umumnya sampel akan kering dalam waktu 7 hari. Setelah kering daun kecemcem diblender hingga menjadi serbuk kemudian diayak dengan ayakan 40

mesh. Sebanyak 20 gram serbuk daun kecemcem dipanaskan dengan 100 mL aquades dalam beaker glass 250 mL selama 15 menit pada suhu 60°C setelah larutan dingin kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring. Filtrat hasil saringan dibuat beberapa konsentrasi yaitu 0,5%, 0,75% dan 1% yang digunakan pada sintesis nanopartikel perak.

3. Uji Fitokimia Ekstrak Air Daun Kecemcem

- Uji Flavonoid. Ke dalam 10 mL filtrat ditambahkan 0,5 g serbuk Mg, 1 mL HCl pekat, dan 1 mL amil alkohol. Campuran dikocok kuat-kuat. Uji positif ditandai dengan munculnya warna merah, kuning, atau jingga pada lapisan amil alkohol.
- Uji Terpenoid dan Steroid. Uji ini menggunakan pereaksi *Liebermann-Buchard*. Filtrat ditambah 3 tetes asam asetat anhidrat dan 1 tetes asam sulfat pekat secara berurutan. Larutan dikocok perlahan dan dibiarkan beberapa menit. Uji positif ditandai dengan terbentuknya warna merah atau ungu untuk triterpenoid serta hijau atau biru untuk steroid.
- Uji Alkaloid. Filtrat ditambah 10 mL kloroform dan beberapa tetes NH₄OH dan disaring ke dalam tabung reaksi tertutup. Ekstrak kloroform dalam tabung reaksi dikocok dengan 10 tetes H₂SO₄ 2M, kemudian lapisan asamnya dipindahkan ke dalam tabung reaksi yang lain. Lapisan asam ini diteteskan pada pelat tetes dan ditambah pereaksi *Meyer, Wagner* dan *Dragendorff*.
- Uji Saponin. Filtrat ditambahkan ke dalam 10 mL air panas dan dididihkan selama 5 menit lalu

disaring. Filtrat dikocok dalam tabung reaksi tertutup selama 10 detik, kemudian dibiarkan selama 10 menit. Adanya saponin ditunjukkan dengan terbentuknya buih stabil.

- e. Uji Tanin. Filtrat ditambah dengan 2–3 tetes larutan FeCl_3 5 %. Jika larutan menghasilkan warna hijau kehitaman menunjukkan adanya senyawa tanin katekol dan warna biru kehitaman menunjukkan adanya senyawa tanin galat.

4. Pembuatan Larutan AgNO_3 1 mM

Sebanyak 170 mg serbuk AgNO_3 dilarutkan dalam beaker glass kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL ditambahkan aquadem hingga tanda batas kemudian dikocok hingga homogen.

5. Sintesis Nanopartikel Perak

Sintesis nanopartikel perak dilakukan secara *bottom up* yaitu dengan mencampur larutan AgNO_3 1 mM dengan ekstrak air daun *kecemcem*. Perlakuan yang dilakukan adalah dengan menggunakan konsentrasi ekstrak air daun *kecemcem* yaitu 0,5%, 0,75% dan 1% dengan larutan AgNO_3 1 mM. Perbandingan ekstrak air dari daun *kecemcem* dengan larutan AgNO_3 adalah 1:10 (v/v). Campuran larutan tersebut dilakukan proses pemanasan dengan variasi suhu pada 25°C, 40°C dan 60°C. Sebagai indikator telah terbentuknya nanopartikel perak secara visual adalah adanya perubahan warna larutan dari kuning bening menjadi merah kecoklatan. Selanjutnya NPAg yang telah diperoleh dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, FTIR, TEM, SEM, XRD dan PSA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Ekstrak Daun *Kecemcem*

Proses ekstraksi dibuat konsentrasi awal 20%, kemudian diencerkan hingga konsentrasi 0,5%; 0,75% dan 1% yang selanjutnya digunakan untuk sintesis. Pemanasan dilakukan pada ekstrak selama 15 menit pada suhu 60°C, yang bertujuan untuk mempercepat proses penyarian. Proses ini dipilih karena mudah, murah, dan tidak memerlukan peralatan yang canggih. Peningkatan suhu air pada proses ekstraksi dapat meningkatkan kelarutan dari suatu senyawa yang terkandung dalam ekstrak tanaman [15].



Gambar 1. Hasil ekstraksi daun *kecemcem*

Proses ekstraksi dan pengenceran ekstrak air daun *kecemcem* menggunakan *aqua* demineralisata karena memiliki sifat polar, sehingga dapat mengekstrak senyawa fenolik yang terdapat dalam daun *kecemcem* [16]. *Aqua* demineralisata merupakan pelarut yang bersifat murni dan tidak toksik, hal ini tentu cukup aman digunakan dan limbah sisa penggunaan mudah diterima lingkungan, sehingga tidak mencemari lingkungan.

2. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Air Daun Kecemcem

Skrining fitokimia bertujuan untuk mengetahui metabolit sekunder yang terkandung didalam daun kecemcem, yang berpotensi sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak. Pengujian skrining fitokimia ekstrak air daun kecemcem meliputi kandungan senyawa flavonoid, terpenoid dan steroid, alkaloid, saponin, dan tanin. Hasil pengujian senyawa metabolit sekunder dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil skrining fitokimia ekstrak air daun kecemcem

Uji Fitokimia	Hasil
Flavonoid	+
Terpenoid	+
Steroid	-
Alkaloid	+
Saponin	+
Tanin	+

Tabel 1. merupakan hasil uji kualitatif ekstrak air daun kecemcem yang menunjukkan bahwa sampel tersebut positif mengandung flavonoid, terpenoid, alkaloid, saponin, dan tanin. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan [16] menyebutkan bahwa ekstrak air daun kecemcem mengandung senyawa flavonoid, terpenoid, alkaloid, saponin, dan tanin. Hasil positif ini terjadi karena adanya kesesuaian pelarut saat proses ekstraksi. Pelarut yang sesuai merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi senyawa yang diinginkan terekstrak dengan baik [17]. Pelarut yang digunakan yaitu aqua demineralisata yang bersifat polar, sehingga ekstrak yang diperoleh bersifat polar. Hasil flavonoid dan tanin yang lebih pekat dikarenakan senyawa tersebut bersifat polar, sehingga larut

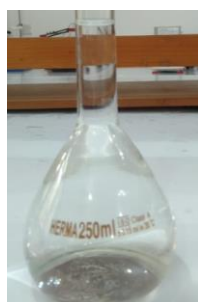
dalam pelarut polar. Senyawa alkaloid, terpenoid, dan saponin juga menampilkan hasil yang positif, tetapi hasil yang ditunjukkan tidak terlalu pekat. Hal ini kemungkinan terjadi karena kecilnya kadar senyawa tersebut di dalam ekstrak air daun kecemcem. Hasil negatif yang menggambarkan pada uji steroid pada ekstrak air daun kecemcem timbul karena senyawa steroid merupakan senyawa non polar, sehingga senyawa tidak larut dalam pelarut dan tidak muncul saat diuji [16].

Faktor lain yang dapat mempengaruhi kandungan metabolit sekunder pada tanaman yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yaitu faktor genetik dari tanaman, sedangkan faktor eksternal seperti intensitas cahaya matahari, suhu lingkungan, kelembaban, pH tanah, kandungan unsur hara di dalam tanah, dan ketinggian tempat tumbuh tanaman [18].

3. Sintesis Nanopartikel Perak

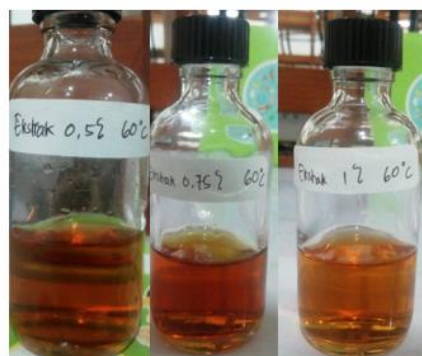
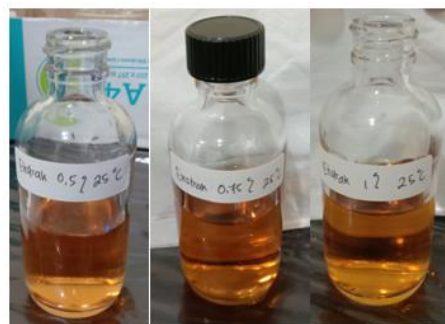
Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada proses sintesis tampak perubahan warna larutan AgNO_3 (Gambar 2.) yang awalnya tidak berwarna dengan ekstrak air daun kecemcem, warna larutan campuran yang semula berwarna kuning berubah berwarna merah kecoklatan setelah dipanaskan, seperti pada Gambar 3. Perubahan visual ini merupakan salah satu indikator terbentuknya nanopartikel perak. Hal ini disebabkan oleh adanya proses reduksi pada ion perak yang kemudian menjadi nanopartikel perak [19]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, waktu reaksi sangat berpengaruh dalam sintesis nanopartikel perak. Menurut [20] semakin lama waktu reaksi maka semakin pekat warna larutan yang dihasilkan. Adanya

pengaruh dari waktu reaksi ini menunjukkan *surface plasmon resonance* (SPR) dengan intensitas yang berbeda-beda. *Surface plasmon resonance* merupakan puncak intensitas dan luas suatu nanopartikel yang terlihat dalam analisis spektrofotometer UV-Vis. Setiap nanopartikel yang terbentuk memiliki karakteristik dan SPR yang berbeda-beda.

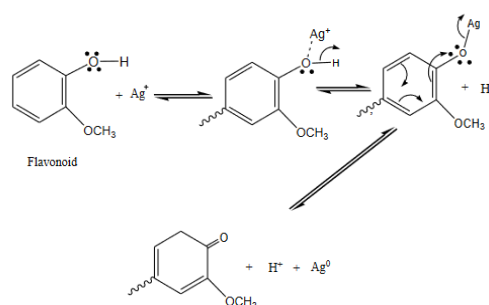


Gambar 2. Larutan AgNO₃

Menurut [16] proses sintesis nanopartikel perak melibatkan ekstrak air daun *kecemcem* sebagai bioreduktor karena memiliki kandungan senyawa berupa flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan terpenoid yang dapat membantu proses biosintesis. Flavonoid merupakan salah satu senyawa fenolik yang banyak digambarkan dalam proses sintesis nanopartikel perak. Senyawa flavonoid memiliki gugus hidroksil (-OH) yang dapat mereduksi dengan cara mendonorkan elektron ke ion Ag⁺ dari AgNO₃ menjadi Ag⁰. Senyawa flavonoid selain dapat berperan sebagai agen pereduksi, juga dapat berperan sebagai penstabil karena memiliki gugus hidroksil (-OH) dan karboksil (-CO) yang berinteraksi dengan partikel perak dan membentuk lapisan *electric double layer* [21]. Mekanisme umum reaksi pembentukan nanopartikel perak oleh flavonoid diilustrasikan seperti pada Gambar 4.



Gambar 3. Pembentukan koloid NP_{Ag} dengan berbagai konsentrasi ekstrak dan suhu sintesis



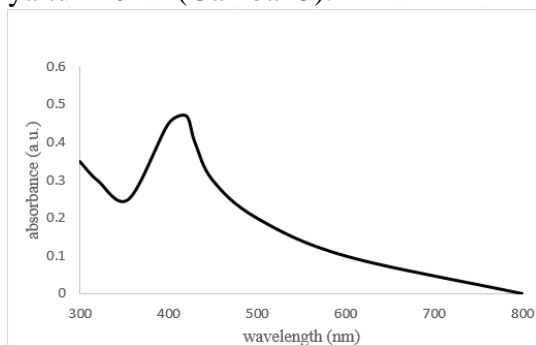
Gambar 4. Perkiraan mekanisme pembentukan nanopartikel perak oleh flavonoid [21]

4. Karakterisasi Nanopartikel Perak

a. Hasil Spektrofotometer UV-Vis

Pengujian karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis bertujuan untuk mengetahui telah terbentuknya nanopartikel perak. Analisis spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk analisis kualitatif atau kuantitatif suatu senyawa. Sebelum dilakukan pengukuran panjang gelombang pada NPAg, dilakukan pengukuran panjang gelombang pada larutan AgNO₃ dan larutan ekstrak air daun *kecemcem*.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) nanopartikel perak yaitu 420nm (Gambar 5).



Gambar 5. Kurva absorbansi NPAg

Pada berbagai variasi konsentrasi ekstrak dan variasi suhu sintesis, menunjukkan terbentuknya nanopartikel perak. Terbentuknya warna merah kecoklatan pada larutan dan munculnya absorbansi pada panjang gelombang 400-450 nm merupakan beberapa sifat dan ciri dari efek SPR nanopartikel perak. Nilai absorbansi yang semakin besar menunjukkan bahwa nanopartikel yang terbentuk juga semakin banyak [20]. Salah satu hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa pengukuran intensitas SPR menggunakan spektrofotometer UV-Vis dalam sintesis nanopartikel perak dengan pereduksi ekstrak air daun

kecemcem terjadi pada panjang gelombang maksimum 420 nm. Hal ini membuktikan bahwa nanopartikel perak yang disintesis berhasil karena intensitas SPR-nya memenuhi syarat terbentuknya nanopartikel.

b. Hasil Particle Size Analyzer

Analisis ukuran partikel bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel pada koloid nanopartikel. Hasil pengukuran menggunakan PSA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil PSA NPAg

Konsentrasi (%)	Suhu (°C)	Z-average (nm)	PdI
0,5	25	35,78	0,53
	40	36,23	0,467
	60	30,55	0,497
0,75	25	57,62	0,543
	40	55,49	0,488
	60	67,85	0,508
1	25	66,80	0,498
	40	76,42	0,522
	60	79,45	0,546

Pada Tabel 2. dapat diketahui bahwa seluruh variasi konsentrasi dan suhu sintesis menghasilkan partikel yang berukuran nano. Rata-rata ukuran terkecil nanopartikel perak yaitu 30,55 nm yaitu pada konsentrasi ekstrak 0,5% dengan suhu sintesis 60°C. Nilai indeks polidispersitas lebih besar dari 0,500 menunjukkan heterogenitas yang tinggi, dan sebaliknya jika mendekati nol menunjukkan ukuran partikel yang seragam. Dengan melihat distribusi ukuran dari semua sampel yang dikarakterisasi menggunakan PSA dapat disimpulkan bahwa beberapa sampel memiliki homogenitas yang baik dan beberapa sampel memiliki heterogenitas yang tinggi.

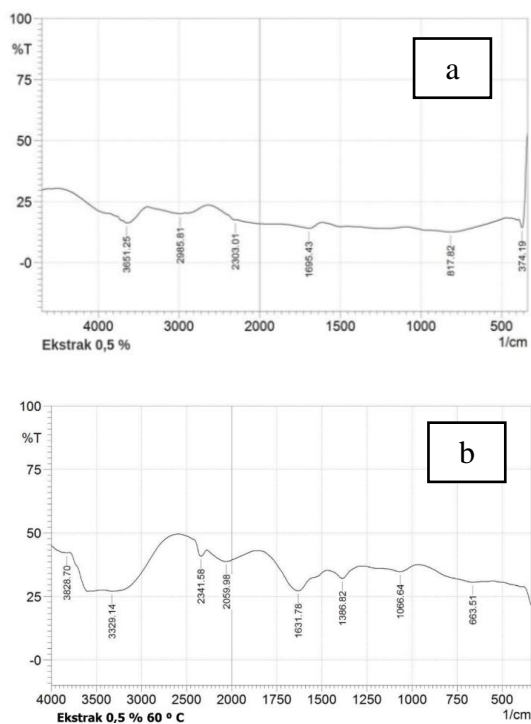
Data-data yang telah diperoleh, kemudian dimasukkan ke analisa SPSS. Hasil data yang diperoleh, diuji normalitasnya menggunakan *Shapiro-Wilk* dan dilanjutkan dengan homogenitas dan uji *One Way Anova*. Berdasarkan hasil statistik dapat disimpulkan bahwa perbedaan konsentrasi baik pada suhu 25°C, 40°C dan 60°C menghasilkan data yang terdistribusi normal dengan nilai signifikansi (Sig.) > 0,05. Seluruh sampel telah homogen ditunjukkan dengan Sig > 0,05 dan diuji *One Way Anova* terdapat nilai signifikansi (Sig.) < 0,05. Dengan nilai Sig. < 0,05 data tersebut berarti memiliki perbedaan yang bermakna ketika sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan variasi konsentrasi ekstrak baik pada suhu sintesis 25°C, 40°C maupun 60°C. Setelah uji *One Way Anova* dilanjutkan uji *Post Hoc* (Tukey HSD) dimana hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ukuran dari nanopartikel perak yang terbentuk berbeda bermakna antara seluruh konsentrasi ekstrak (Sig. < 0,05) dimana ukuran terkecil diperoleh dari konsentrasi ekstrak 0,5% dengan suhu sintesis 60°C. Hasil ini dapat dikaitkan dengan penelitian [22], dimana reaksi sintesis harus mencapai stoikiometri antara bioreduktor dan prekursor sehingga bioreduktor dapat menstabilkan nanopartikel. Berdasarkan data tersebut, dapat dijadikan acuan bahwa sintesis nanopartikel perak menggunakan suhu sintesis 60°C dengan konsentrasi ekstrak 0,5% menghasilkan NPAg dengan ukuran terkecil. Untuk pengujian karakteristik selanjutnya, dilakukan dengan menggunakan ekstrak 0,5% dengan suhu sintesis 60°C saja karena hasil dari pengukuran PSA menunjukkan ekstrak ini menghasilkan ukuran nano yang terkecil.

c. Hasil FTIR

Analisis dengan FTIR dilakukan untuk mengetahui komponen atau gugus yang kemungkinan bertanggung jawab dalam proses reduksi atau pelapisan NPAg [23]. Hasil dari karakterisasi FTIR dapat dianalisis berdasarkan gugus fungsi setiap daerah serapan

Karakterisasi pada ekstrak air daun *kecemcem* dengan FTIR menunjukkan adanya serapan-serapan pada bilangan gelombang tertentu yang merupakan karakter senyawa flavonoid yang mirip dengan golongan flavonol dan daerah serapannya pendek (Gambar 6.a). Serapan terjadi pada beberapa daerah yaitu pada 3651 cm⁻¹ dan 2985 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi -OH dari gugus hidroksil dan vibrasi C-H aromatik. Adanya serapan pada daerah 2303 cm⁻¹ menunjukkan C≡N pada gugus nitril, dan pada daerah 1695 cm⁻¹ menunjukkan C=O pada cincin fenol [24]. Hal ini juga serupa dengan hasil penelitian yang dijelaskan oleh [17] terkait karakterisasi ekstrak buah parijoto bahwa vibrasi gugus hidroksil, aromatik, dan gugus heterosiklik merupakan karakter dari senyawa flavonoid. Menurut [25] adanya hasil serapan fraksi etil asetat seperti gugus alifatik, aromatik, dan hidroksil merupakan pendekatan senyawa flavonoid.

Hasil analisis karakterisasi pada NPAg yaitu beberapa serapan pada daerah tertentu yang menunjukkan adanya karakter senyawa flavonoid (Gambar 6.b). Adanya serapan pada daerah 3329 cm⁻¹ menunjukkan -OH atau NH₃ dari gugus hidroksil yang bertanggung jawab sebagai agen pereduksi, 2341 cm⁻¹ C≡N pada gugus nitril, 1631 cm⁻¹ merupakan serapan C=C dari gugus alkena, dan daerah 1066 cm⁻¹ menunjukkan adanya serapan R-O-R alifatik [24].



Gambar 6. (a) Hasil Spektrum FTIR dari ekstrak air daun *kecemcem*, (b) Hasil Spektrum FTIR NPAg

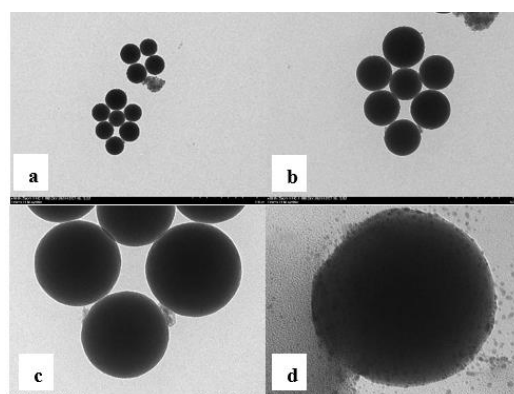
Berdasarkan hasil analisis FTIR pada karakterisasi ekstrak air daun *kecemcem* diatas menunjukkan bahwa terdapat senyawa flavonoid yang ditandai dengan gugus -OH yang dapat mendonorkan elektron, sehingga NPAg dapat terbentuk. Adapun penelitian sebelumnya menyatakan adanya gugus hidroksil (-OH) dan NH_3 yang ditunjukkan pada karakterisasi NPAg dapat berperan sebagai *capping agent* dengan membentuk ikatan hidrogen [26]. Agen penutup atau *capping agent* merupakan molekul amfilik atau penutup pada partikel nano yang berperan dalam pengaturan kualitas seperti pengontrol pertumbuhan dan aglomerasi [27].

d. Hasil TEM

Analisis dengan TEM bertujuan untuk mengetahui morfologi dan ukuran dari gambar yang dihasilkan. Hasil

ukuran yang ditunjukkan biasanya berkisar antara rentang 1-100 nm dengan bentuk partikel bulat, oval, segitiga, persegi, atau kristal. Gambar 7 menunjukkan ukuran dan bentuk NPAg yang telah berhasil disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak air daun *kecemcem* sebagai bioreduktor.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dihasilkan bentuk nanopartikel berupa bulat seperti bola, dengan ukuran nano pada skala 100 nm (Gambar 7). Menurut [28] nanopartikel yang terbentuk dari bioreduktor tanaman memiliki ukuran berkisar 1-100 nm dan menunjukkan morfologi anisotropik (bola, segitiga dan oval), dimana semakin kecil ukurannya maka semakin tinggi reaktivitasnya.



Gambar 7. Analisis morfologi NPAg menggunakan TEM (a) perbesaran 10.000x, (b) perbesaran 20.000x, (c) perbesaran 50.000x dan (d) perbesaran 100.000x

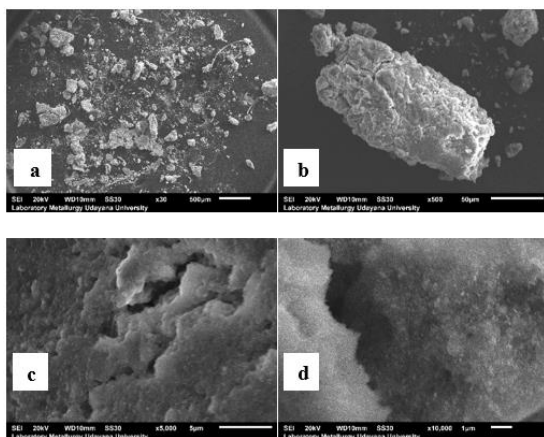
e. Hasil SEM

Analisis SEM ini digunakan untuk menentukan morfologi dari nanopartikel perak yang terbentuk. Sampel yang dianalisis dengan SEM adalah nanopartikel perak yang terbentuk menggunakan bioreduktor ekstrak air daun *kecemcem* konsentrasi 0,5%. Morfologi NPAg dianalisis menggunakan SEM pada perbesaran

10.000x, 5.000x, 500x, dan 30x HV 20 kV dan *working distance* (WD) 10mm. Hasil dari analisis dengan SEM dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8. menunjukkan hasil pengukuran SEM yang memberikan gambaran pembentukan nanopartikel perak. Pada gambaran SEM perbesaran 30x menunjukkan partikel hablur berbentuk acak dengan ukuran yang cukup besar (Gambar 8 (a)). Berbeda dengan SEM pada perbesaran 10.000x, Gambar 8 (d) menunjukkan partikel-partikel berbentuk acak dengan ukuran kisaran 1 μ m yang saling berdekatan satu sama lain (aglomerasi). Berdasarkan hasil penelitian [29] dan [30], hasil morfologi nanopartikel perak berbentuk acak dan beragam, hal ini dapat disebabkan oleh efek agregasi nanopartikel.

Menurut [10], hasil penelitiannya terkait nanopartikel yang dianalisis pada SEM berbentuk kristal atau bulat dan beraglomerasi. Aglomerasi yang terjadi menyebabkan nanopartikel berukuran besar, dan hal ini dipengaruhi oleh adanya gaya Van der Waals.



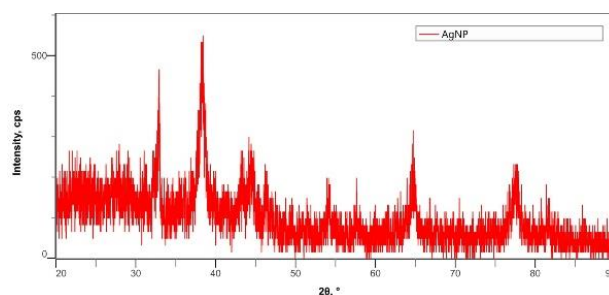
Gambar 8. Analisis morfologi NPAg menggunakan SEM (a) perbesaran 30x, (b) perbesaran 500x, (c) perbesaran 5.000x dan (d) perbesaran 10.000x

f. Hasil Uji XRD

Kristalinitas NPAg yang disintesis diselidiki dengan analisis XRD, direkam pada instrumen difraksi sinar-X Rigaku MiniFlex 600-C, dengan radiasi Cu Ka ($\lambda=0,154$ nm), rentang pemindaian $2\theta = 20^\circ - 90^\circ$. Pola XRD NPAg pada gambar di atas menunjukkan beberapa puncak, dengan empat puncak utama pada $38,34^\circ$, $44,47^\circ$, $64,56^\circ$ dan $77,38^\circ$ yang menunjukkan refleksi kristalografi NPAg (111), (200), (220), dan (311) [31]. Dari puncak refleksi Bragg, fase kristal NPAg dipastikan berbentuk *face-centered cube* (FCC) [31]. Selain itu, puncak yang tinggi dan spesifik pada $32,92^\circ$ diidentifikasi sebagai keberadaan nanopartikel perak oksida [32]. Perkiraan ukuran kristal AgNP dihitung melalui persamaan Debye-Scherrer:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta}$$

dimana D adalah ukuran kristal, K adalah konstanta Scherrer, λ adalah panjang gelombang sinar-X, dan β adalah *full width at half maximum* (FWHM) pada puncak XRD, dan θ adalah puncak refleksi Bragg pada $38,34^\circ$. Melalui persamaan ini, ukuran kristal NPAg yang disintesis adalah 0,23 nm.



Gambar 9. Spektrum XRD

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh simpulan yaitu ekstrak air daun kecemcem mampu mereduksi larutan AgNO_3 1×10^{-3} M menjadi nanopartikel perak dengan ukuran terkecil diperoleh menggunakan konsentrasi ekstrak 0,5% dan suhu sintesis 60°C dengan karakterisasi panjang gelombang maksimum 420nm, ukuran nanopartikel yaitu 30,55 nm, PdI 0,497, dengan bentuk bulat. Gugus fungsi yang berperan dalam proses pembentukan NPAg ini adalah gugus hidroksil dari senyawa flavonoid

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gan L., Zhang S., Zhang Y., He S., Tian Y. 2018. Biosynthesis, characterization and antimicrobial activity of silver nanoparticles by a halotolerant *Bacillus endophyticus* SCU-L. *Prep Biochem Biotechnol* 48:582–8.
- [2] Arvizo R.R., Bhattacharyya S., Kudgus R.A., Giri K., Bhattacharya R., Mukherjee P. 2012. Intrinsic therapeutic applications of noble metal nanoparticles: past, present and future. *Chem Soc Rev* 41:2943–70
- [3] Boutinguiza M., Comecana R., Lusquinos F., Riveiro A., Val J.D., Pou J. 2015. Production of silver nanoparticles by laser ablation in open air. *Appl Surf Sci* 336:108–11
- [4] Marquestaut N., Petit Y., Royon A., Mounaix P., Cardinal P., Canioni L. 2014. Three dimensional silver nanoparticle formation using femtosecond laser irradiation in phosphate glasses: analogy with photography. *Adv Funct Mater* 37: 5824–32
- [5] Nthunya L.N., Derese S., Gutierrez L., Verliefde A.R., Mamba B.B., Barnard T.G. 2019. Green synthesis of silver nanoparticles using one-pot and microwave assisted methods and their subsequent embedment on PVDF nanofibre membranes for growth inhibition of mesophilic and thermophilic bacteria. *New J Chem* 43:4168–80
- [6] Goudarzi M., Mir N., Mousavi-Kamazani M., Bagheri S., Salavati-Niasari M. 2016. Biosynthesis and characterization of silver nanoparticles prepared from two novel natural precursors by facile thermal decomposition methods. *Sci Rep* 6:32539
- [7] Rasheed T., Nabeel F., Bilal M., Iqbal H.M.N. 2019. Biogenic synthesis and characterization of cobalt oxide nanoparticles for catalytic reduction of direct yellow-142 and methyl orange dyes. *Biocatal Agric Biotechnol* 19:101-154.
- [8] Cao, Huiliang. 2017. *Silver Nanoparticles for Antibacterial Devices Biocompatibility and Toxicity*. CRC Press
- [9] He Y., Wei F., Ma Z., Zhang H., Yang Q., Yao B. 2017. Green synthesis of silver nanoparticles using seed extract of *Alpinia katsumadai*, and their antioxidant, cytotoxicity, and antibacterial activities. *RSC Adv* 7:39842–51
- [10] Lestari G.A.D., Suprihatin I.E., Sibarani J. 2019. Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Buah Andaliman (*Zanthoxylum*

- acanthopodium* DC.) dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Indigosol Blue. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 22(5), 200-205
- [11] 14. Pratiwi I.D.P.K., Suter I.K., Widpradnyadewi P.A.S., Wiadnyani A.A.I.S. 2019. Perubahan Fisiko-Kimiawi dan Mikrobiologis Minuman Tradisional Bali (Loloh) selama Penyimpanan. *Agritech*, 39 (1), 70-77
- [12] Pebiana N.P.N., Puspasar Y.D., Dewi R.M., Arnyana I.B.P. 2020. Kajian Etnobotani Loloh dan The Herbal Lokal Sebagai Penunjang Ekonomi Kreatif Masyarakat Desa Tradisional Penglipuran Kabupaten Bangli-Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha Volume 7 Nomor 2*
- [13] 16. Becti, H.S., Dharmawati, I.G.A.A, Habiba, N. 2022. Uji Ekstrak Daun Cemcem dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Phorphyromonas gingivalis*. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Volume 11, Number 2, pp. 267-273
- [14] Akhtar M.S., Panwar J., Yun Y.S. 2013. Biogenic synthesis of Metallic Nanoparticles by Plant Extracts. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* 1(6), 591–602.
<https://doi.org/10.1021/sc300118u>
- [15] Marjoni, R. 2016. Dasar-Dasar Fitokimia. CV. Trans Info Media. Jakarta
- [16] Fajri, N., Putri, L. F. A., Prasetyo, M. R., Azizah, N., Pratama, Y., & Susanto, N. C. A. 2022. Potensi Batang Pisang (*Musa paradisiaca* l) sebagai bioreduktor dalam Green Sintesis Ag nanopartikel. *Jurnal Penelitian Sains*, 24(1), 33-37
- [17] 20. Vifta, R.L. and Advistasari, Y.D., 2018. Skrining Fitokimia, Karakterisasi, dan Penentuan Kadar Flavonoid Total Ekstrak dan Fraksi-Fraksi Buah Parijoto (*Medinilla speciosa* B.). In *Prosiding Seminar Nasional Unimus* (Vol. 1).
- [18] Susanti, C.M.E., Azis, A., Rasyid, R.A., Weno, I. and Tahamata, Y.T., 2022. Kandungan Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Daun Pandemor (*Pemphis acidula* JR Forst. & G. Forst) Asal Pulau Biak. *Jurnal Kehutanan Papuaasia*, 8(1), pp.47-54.
- [19] Fabiani, V.A., Sutanti, F., Silvia, D. and Putri, M.A., 2018. Green synthesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun pucuk idat (*Cratogeomys glaucum*) sebagai bioreduktor. *Indo. J. Pure App. Chem*, 1(2), pp.68-76
- [20] 23. Jannah, R.R. and Amaria, A., 2020. Artikel Review: Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Pereduksi Asam Amino sebagai Deteksi Ion Logam Berat. In *Prosiding Seminar Nasional Kimia (SNK)* (pp. 185-202).
- [21] Bere, M.L., Sibarani, J. and Manurung, M., 2019. Sintesis nanopartikel perak (NPAg) menggunakan ekstrak air daun kemangi (*Ocimum sanctum* linn.) dan aplikasinya dalam fotodegradasi zat warna metilen biru. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 7(2), pp.155-164
- [22] Villaverde-Cantizano, G., et al., 2021, 'Chapter 1: Reducing Agents in Colloidal Nanoparticle



- Synthesis – an Introduction*, dalam Mourdikoudis, S., 2021, *Reducing Agents in Colloidal Nanoparticle Synthesis*. Royal Society of Chemistry, London
- [23] Murugan, K., Dinesh, D., Paulpandi, M., Subramaniam, J., Rakesh, R., Amuthavalli, P., Panneerselvam, C., Suresh, U., Vadivalagan, C., Alsalhi, M.S. and Devanesan, S., 2017. Mangrove helps: *Sonneratia alba*-Synthesized Silver Nanoparticles Magnify Guppy Fish Predation Against *Aedes Aegypti* Young Instars And Down-Regulate the Expression of Envelope (E) Gene in Dengue Virus (serotype DEN-2). *Journal of Cluster Science*, 28. pp.437-461.
- [24] Skoog, D. A., West, D. M., dan Holler, F. J. 1996. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. Edisi ke-7. Sounders College. USA. 22–26. dalam Suhartati, T., 2017, *Dasar-Dasar Spektrofotometri Uv-Vis dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*, AURA (Anugrah Utama Raharja) : Lampung
- [25] Nuari, F.A., Marlina, E. and Daniel, D., 2019. Isolation and characterization of flavonoid compounds from ethyl acetate fraction of *Macaranga hosei* leaves. *Jurnal Atomik*, 4(1), pp.17-20
- [26] Ghodake, G., Shinde, S., Saratale, R. G., Kadam, A., Saratale, G. D., Syed, A., Kim, D. Y. 2020. Silver Nanoparticle Probe For Colorimetric Detection of 64 Aminoglycoside Antibiotics: Picomolar-Level Sensitivity Toward Streptomycin in Water, Serum, and Milk Samples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100. pp.874-884
- [27] Javed, R., Zia, M., Naz, S., Aisida, S.O., Ain, N.U., and Ao, X. Role of capping agents in the application of nanoparticles in biomedicine and environmental remediation: recent trends and future prospects. *Journal of Nanobiotechnology*. (2020) 18:172
- [28] Amin, F., Mahardika, M. and Fatimah, S., 2020. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Emas menggunakan Bioreduktor dari Ekstrak Daun Berenuk. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*. 4, pp 54-59
- [29] Kasim, S., Taba, P. and Anto, R., 2020. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai Bioreduktor. *Jurnal Riset Kimia*, 6. pp.126-133
- [30] Masakke Y., Sulfikar, Rasyid M. 2015. 'Biosintesis Partikel-Nano Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Biosynthesis Of Silver Nanoparticles Using Methanol Extract Of Mangosteen Leaves (*Garcinia mangostana* L.)', *Jurnal Sainsmat*
- [31] Chakravarty, A., Ahmad, I., Singh, P., Ud Din Sheikh, M., Aalam, G., Sagadevan, S., & Ikram, S. (2022). Green synthesis of silver nanoparticles using fruits extracts of *Syzygium cumini* and their bioactivity. *Chemical Physics Letters*, 795. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2022.139493>
- [32] Parimi, R., M., Deepika Gantala, D., Akhila Deepala, N., Sri Yagna Bikkina, S., Mohan Krishna



Alotrop (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia), (Vol 8), (No. 2), (2024), (65-78)

Program Studi Pendidikan Kimia-Universitas Bengkulu

<https://ejournal.unib.ac.id/alotropjurnal/>

DOI: 10.33369/alo.v8i2.37978

Reddy, J., & Vangalapati, M.
(2024). *Optimization of Bromelain
extraction from green Papaya
(Carica Papaya) peel waste and its
application in the recovery of
silver from waste X-ray
photographic films.*
[https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-
4424941/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4424941/v1)